

PRESENTACIÓ

Sovint es parla sobre la manca de comunicació existent entre el món de l'ensenyament secundari i el de la universitat. És en aquest context que s'ha d'emmarcar el moment, durant el curs 1990-91, en què l'Antoni Mussons em va venir a veure al meu despatx del Departament de Física de la U.A.B. amb una proposta insòlita: volia preparar un llibre on es presentessin de forma planera els fonaments matemàtics de la física actual.

Argumentava l'Antoni que els professors de batxillerat sovint s'enfronten amb la barrera del llenguatge matemàtic quan pretenen aprofundir, anant més enllà de la simple divulgació, en els diferents aspectes de la física; en no haver-hi altra alternativa que recórrer a textos especialitzats, abandonen definitivament el seu desig per endinsar-se en aquests camps. Seria, per tant, convenient que hi hagués algun lloc on s'expliqués de manera entenedora la física emprant el llenguatge matemàtic en què aquella es basa.

He de confessar que, potser degut a la manca de comunicació de què he fet esment més amunt, la meva reacció inicial va ser de total escepticisme i vaig intentar descoratjar-lo i fer-li veure les dificultats d'un projecte com aquest. La tenacitat, però, i l'entusiasme, sobretot, que l'Antoni Mussons mostrava envers la seva idea van anar afeblint els meus arguments i, finalment, em va convèncer de l'interès i viabilitat del seu projecte. Aleshores em vaig posar en contacte amb els meus col·legues del Grup de Física Teòrica i li vàrem oferir el nostre suport.

Què va passar després? L'Antoni va dedicar uns quants mesos per assimilar la bibliografia que li vàrem proporcionar i de tant en tant ens feia una visita amb una llista de preguntes sobre temes en els quals havia estat treballant. No es tractava d'interminables diàlegs de sords, sinó que eren discussions interessants sobre problemes plantejats amb precisió. El resultat final de tot és aquest llibre.

Es tracta d'un text que utilitza les matemàtiques com a llenguatge i que està escrit per un físic que es dedica a l'ensenyament i no fa recerca en els camps de què parla. És un llibre un xic

avançat, fruit d'un treball seriós de maduració per part d'un no expert que té una gran dosi de curiositat i de motivació per aprendre, i que pot ajudar a entendre molts aspectes de l'espectacular evolució que ha experimentat la física durant tot el segle XX i a despertar l'interès i l'entusiasme envers la seva bellesa intrínseca.

Bellaterra, 30 de juny de 1997

Antoni Méndez Vilaseca
Catedràtic de Física Teòrica
Universitat Autònoma de Barcelona

EL RETORN DE VAT XAN

Des que aquest llibre va ser concebut l'any 1993 ha anat canviant progressivament la seva estructura inicial. Els diàlegs amb la gent i la meua pròpia experiència m'han decidit finalment a reescriure'l en part, tot conservant l'esperit que va fer possible el seu naixement.

Calia refer el text, perquè, sense deixar de ser un llibre d'estudi, pogués resultar més entenedor dins de la seva relativa complexitat. Tot això em deia a mi mateix quan, encara trasbalsat pel que havia viscut, el meu vaixell s'allunyava de Vat Xan.

S'havia de cobrir el buit que hom trobava entre els llibres de física divulgativa i els altament especialitzats, procurant fer compatibles el rigor i la comprensió. El text seria útil per als *físics* que, estant al corrent (a nivell divulgatiu almenys) dels temes tractats en ell, volguessin iniciar-se en el seu estudi rigorós o tenir una visió unitària de les seves àrees i d'aquelles que normalment no formessin part del seu treball quotidià.

El rerefons empíric i tecnològic no podia formar-ne part essencial, per una banda, per l'excessiva extensió del text i, per una altra, perquè l'objectiu fonamental del llibre era que "l'enteniment precedís a les seves aplicacions", en paraules de *Planck*, per poder a partir dels principis teòrics de la física reflexionar sobre el món.

El món ens parla matemàticament, deia *Galileu*, i en cap cas es podien obviar les matemàtiques, perquè la física està formulada en aquest llenguatge i prescindir-ne hauria estat tan empobridor com abandonar el so de la música o el color d'una pintura.

El llibre havia d'oferir una visió unitària del saber allunyada del divorci de les dues cultures, que hom convencionalment i errònia anomena les ciències i les humanitats. Calia mostrar que els coneixements físics del món són plens de bellesa i que, quan els rellegim a través del llenguatge de l'ànima, ens permeten intuir la presència del Misteri cap on ells apunten, tot seguint l'esperit de l'humanisme etern.

La formulació matemàtica completa de les teories físiques esdevenia inútil per als objectius que ens havíem proposat. El que

calia era un coneixement profund dels principis físics, però sense baixar al nivell dels càlculs feixucs, que més aviat ens allunyaven de la visió qualitativa goethiana més universal que es pretenia.

Era indispensable que es veiés que els resultats de la física eren provisionals i incomplets i es fugís de tot dogmatisme davant d'una Realitat que ens ultrapassava infinitament. A més, havíem d'abandonar el llenguatge de la física, quan calgués, i així poder reflexionar sobre el món amb les nostres paraules renovades i tornar-lo màgic. Per a tot això, calia emprar a voltes un llenguatge heterodox, irònic i somniador, amb el convenciment que només a través d'ell es podia parlar pregonament del que ens envolta, tot seguint l'esperit de *Bohr*: "Hi ha coses tan serioses que només poden ser discutides en broma".

Calia seguir l'esperit d'*Einstein*, quan afirmava que la imaginació era superior al coneixement, i el de *Jaroslav Pelikan*, tot fent nostres les paraules d'*Heràclit*: Si no esperes el que és inesperat, no el trobaràs, perquè el camí que ens porta a ell és inexplorat. Havíem de caminar, amb la *racionalitat limitada* de *Prigogine*, molt i molt *agosaradament*, més enllà del *conservadorisme agosarat* de *Wheeler*, i a partir de la petita millora del nostre coneixement esperar, com *Terenci*, que la fortuna afavorís la ment preparada i que poguéssim fer un minúscul salt del coneixement a la "saviesa" inabastable d'*Heràclit*, que permetés fer-nos, segons *Bohr*, millors preguntes i tenir millors intuïcions, *imatges* i una forma nova de pensar sobre l'essència del món.

Els deu primers capítols parlen del que comunament s'anomena *model estàndard* de la física amb aquesta distribució:

->En els tres primers capítols s'exposen els fonaments del formulisme lagrangià per a sistemes dinàmics amb un nombre finit de graus de llibertat, la cinemàtica relativista i la dinàmica relativista, respectivament.

->En els capítols 4 i 5 es tracten successivament el formulisme lagrangià de camps i la teoria clàssica de l'electromagnetisme maxwellià.

->El capítol 6 està dedicat íntegrament a la relativitat general i les seves aplicacions.

->En els capítols 7 i 8 s'exposen els fonaments de la física quàntica i dels camps quàntics, respectivament

->Els capítols 9 i 10 desenvolupen progressivament la física de partícules i les teories gauge no abelianes.

El capítol 11 enceta el camí de la física més enllà del model estàndard i en ell l'aprofundiment matemàtic és petit i, sovint, gairebé nul; això, però, creiem que no li resta un bri de rigor conceptual. El lector haurà de dir si els objectius proposats s'han assolit plenament o no.

Un conjunt de set apèndixs ajuda a la comprensió dels capítols anteriors, segons aquest esquema aproximat:

->L'apèndix 1, sobre geometria, és indispensable per a la comprensió de tot el text. La part referent als espais riemannians és només essencial per al seguiment de la relativitat general del capítol 6. Els espais topològics són fonamentals per entendre el llibre a partir del capítol 9, que tracta sobre les partícules elementals, i per a la comprensió de certs aspectes del capítol 6 esmentat anteriorment.

->L'apèndix 2, sobre espais de *Hilbert*, és essencial per al seguiment de tot el formalisme quàntic a partir del capítol 7.

->L'apèndix 3, que desenvolupa els grups de *Lie*, serà un referent necessari a partir del capítol 9 de què hem parlat.

->Els apèndixs 4, 5 i 6 es refereixen als teoremes de *Gödel-Tarski-Turing-Church*, termodinàmica i teoria de la informació, respectivament. Ells ens permeten parlar en els capítols anteriors amb un cert rigor de determinades qüestions.

->L'apèndix 7 sobre astronomia desenvolupa alguns aspectes del capítol 6 i ens endinsa a l'astronomia quotidiana, que tothom hauria de conèixer i estimar i que, sovint, és foragitada de la nostra universitat, massa abstracta i descarnada, allunyada de la racionalitat viva i presa d'un racionalisme empobridor.

->El capítol 12, per acabar, és el que dóna títol al text i el que justifica, en definitiva, tot el treball. En ell es reflexiona poèticament sobre el formulisme físic, tot seguint l'esperit del poeta anglès *Wordsworth* en el pròleg a les seves Balades Líriques.

En tot moment jo era conscient del meu petit coneixement sobre el que parlava i del deute total envers els autors que hi figuren a la referència final i de molts més que *no hi són*, però que *hi són presents* dictant-me el llibre a cau d'orella. Tampoc puc oblidar els professors *Antoni Méndez*, *Enric Verdaguer*, *Albert*

Bramon i *Antoni Grífols* del Departament de Física Teòrica de la Universitat Autònoma de Barcelona, sense els quals mai hauria pogut escriure aquest llibre. Jo havia abeurat dels coneixements de tothom i havia estat un humil traductor medieval que al monestir de Quart havia reunit allò que estava dispers, perquè qui ho volgués pogués fruir-ne i la seva visió del món fos renovellada.

Conten que quan *Pablo Neruda* estigué a Itàlia el seu carter féu ús "indegut" dels seus poemes per oferir-los a la seva dona estimada. Quan *Neruda* li va retreure inicialment el seu comportament "il·legal", el carter li va respondre que la poesia no era de qui l'escrivia, sinó de qui la necessitava. *Neruda* ho va comprendre. Anàlogament, jo confio, parafrasejant *Newton*, que aquells "gegants" amb les espatlles dels quals m'he recolzat tinguin la mateixa comprensió que el poeta amb qui a partir d'ara ha escollit, sense demanar-los-les, les seves paraules i "metàfores", que en el fons ja no els pertanyen, per als qui ara les necessitin!

Sempre havia desitjat tenir un llibre com aquest a les meves mans. A hores d'ara crec que encara no hi és enlloc; us demano comprensió, si vaig errat en aquesta apreciació. En realitat tota obra va dirigida, en primer lloc, a un mateix i, només després, a qui vulgui compartir amb l'autor les seves inquietuds i anhels. He estat feliç en escriure el llibre tan esperat... tant de bo que els qui esteu llegint aquestes línies pugueu compartir la joia amb qui ara us està parlant!

Els suggeriments de *José Antonio Lorenzo*, *Manel Pau*, *Salvador López*, *Enrique Ramos* i *Joan Rius-Camps* m'havien ajudat a millorar l'esperit d'aquest llibre que jo sempre havia volgut tenir entre les mans per acaronar-lo amb afecte i des d'ell poder contemplar el món amb uns altres ulls.

El sol va sortir de nou i tota la vida es despertà entre les aigües del riu que m'havien allunyat de Vat Xan. Em vaig posar a conrear aquest llibre que ja no em pertanyia.

Quart, 24-9-1991/4-12-2001

Antoni Mussons i Requesens